

(11)Publication number:

2001-123801

(43)Date of publication of application: 08.05.2001

(51)Int.CI.

F01D 5/02

(21)Application number: 11-300406

(71)Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing:

22.10.1999 (72)Invento

(72)Inventor: SHIGE TAKASHI

FUKUNAGA YOSHIAKI

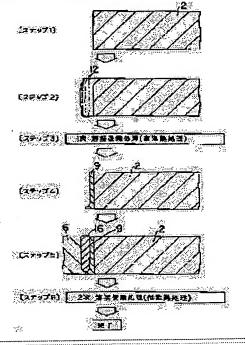
JO KATSUHIDE UMAGOE RYUTARO KONISHI SATORU

(54) TURBINE ROTOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steam turbine rotor, gas turbine rotor and method of manufacturing them that can ensure performance of a welded joint, while ensuring base metal strength.

SOLUTION: This method of manufacturing a turbine rotor comprises a step of welding an overlay 12 of a 9% Cr steel to a 12% Cr steel 2, a step of applying high—temperature heat treatment to the overlay weld 12 and 12% Cr steel 2, a step of welding a 2–1/4 CrMoV low alloy steel 6 or 3.5 CrMoV low alloy steel 7 to the overlay weld 12, and a step of subjecting to low—temperature heat treatment for the entire rotor materials 2, 6 and 7. The rotor materials 2, 6 and 7 each contain vanadium.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COP

decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# (19)日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 特開2001-123801 (P2001-123801A)

(43)公開日 平成13年5月8日(2001.5.8)

(51) Int.Cl.7

識別記号

FΙ

テーマコード(参考)

F01D 5/02

F01D 5/02

3G002

#### 審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特顧平11-300406

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

(22)出願日

平成11年10月22日(1999.10.22)

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 重 隆司

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 福永 義昭

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人 100060069

弁理士 奥山 尚男 (外2名)

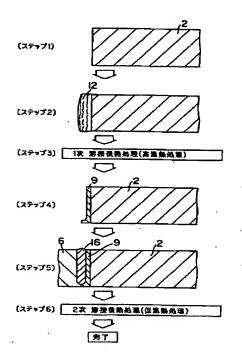
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 タービン用ロータ及びその製造方法

### (57)【要約】

【課題】 母材強度を確保しつつ溶接継手の性能を確保 できる蒸気タービン用ロータ、ガスタービン用ロータ、 及びこれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 12%Cr鋼2に溶接を施して9%Cr 鋼の肉盛溶接部12を設けるステップと、この肉盛溶接 部12と12%Cr鋼2に高温熱処理を施すステップ と、上記肉盛溶接部12に2・1/4CrMoV低合金 鋼6又は3.5CrMoV低合金鋼7を溶接して接合す るステップと、これらのロータ材2、6、7の全体に低 温熱処理を施すステップとを含んでなるタービン用ロー タの製造方法である。これらのロータ材2、6、7には それぞれバナジウムを含んでいる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温用ロータ材に肉盛溶接を施して中間 材を設けるステップと、この中間材と髙温用ロータ材に 髙温熱処理を施すステップと、上記中間材に低温用ロー タ材を溶接して接合するステップと、これらの高温用ロ ータ材及び低温用ロータ材の全体に低温熱処理を施すス テップとを含んでなるタービン用ロータの製造方法。

【請求項2】 上記髙温用ロータ材、低温用ロータ材及 び中間材のそれぞれがバナジウムを含み、且つ、該中間 材のバナジウム含有量が0.1~0.3wt%であると 10 とを特徴とする請求項1に記載のタービン用ロータの製 造方法。

【請求項3】 上記髙温用ロータ材として12%Cr鋼 を、上記中間材として9%Cr鋼の溶加材からなる肉盛 溶接部を、上記低温用ロータ材として2・1/4CrM o V 低合金鋼又は3.5CrMo V 低合金鋼を用いたと とを特徴とする請求項1又は2に記載のタービン用ロー タの製造方法。

【請求項4】 請求項1~3に記載の方法によって製造 したことを特徴とするタービン用ロータ。

【請求項5】 請求項4に記載のタービン用ロータを備 えたことを特徴とするタービン。

#### 【発明の詳細な説明】

#### [0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、ターピン用ロータ 及びその製造方法に関し、更に詳しくは、蒸気タービン 用ロータ、ガスタービン用ロータ、これらのロータを備 えたタービン、及びこれらの製造方法に関する。

## [0002]

【従来の技術】従来の蒸気タービン用ロータを製造する 場合に用いる材料は、その蒸気タービン内の温度分布に 対する高温強度の観点から選定される。 つまり、566 ℃を超える髙温領域の温度分布の部位においては12% Cr鋼が、566~380°Cの中間温度領域では2·1 /4CrMoV低合金鋼が、380℃未満の低温領域で は3.5℃ r M o V 低合金鋼が用いられる。また、高温 領域と中・低温領域が共存する環境では、高温領域に対 応するため、図7に示す12%Cr鋼一体型のロータ1 00を用いねばならない。

【0003】しかし、12%Cr鋼は高コストの材料で 40 あるため、蒸気タービン内の環境温度が中・低温の部位 には、コストが安価な上記の低合金鋼を用い、温度が高 温になる部位にのみ、高コストの12%Cr鋼を用いる ように構成した異鋼種溶接ロータが望まれている。ここ で、12%Cr鋼と低合金鋼とを溶接して接合する場 合、両者を溶接した後に施す溶接後熱処理によって、溶 接部と熱影響部の硬さ、靭性、及び強度を適正に調整す る必要がある。しかし、12%Cr鋼の溶接後熱処理温 度は、遅れ割れを防止するという観点から660~67 0℃に設定しているのに対し、低合金鋼の溶接後熱処理 50 0℃の温度で30~40時間保持する処理である。この

温度は620~630℃であり、両者は一致しない。6 60~670℃で溶接後熱処理をすると、低合金鋼母材 の強度が低下しすぎる問題があり、一方、620~63 0°Cで溶接後熱処理をする場合には、12%Cr鋼の熱 影響部の硬さはHv400以上になる。この熱影響部の 硬さがHv330以上になると、タービンの使用中に遅 れ割れを生じるおそれがあるため、硬さをHv330以 下にしなければならない。したがって、12%Cェ鋼と 低合金鋼とを溶接する場合に、母材強度を確保し、溶接 継手の性能を確保するのは難しく、従来は異鋼種の母材 同士を溶接した異鋼種ロータの製造は困難であった。

【0004】一方、従来のガスタービン用ロータ200 は、図8に示すように、図の左側に示す12%Cr鋼か らなる複数のリング材201と、右側に示す低合金鋼か らなる複数のリング材202とが長い結合ボルト210 を介して結合したものである。しかし、大型のガスター ピンの場合は、該タービンを構成するロータ200の稼 働時に結合ボルト210にかかる応力が大きくなるた め、結合ボルト210の強度上、限界があった。

#### [0005]

20

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記課題を 解決し、母材強度を確保しつつ溶接継手の性能を確保で きる蒸気タービン用ロータ、ガスタービン用ロータ、及 びこれらの製造方法を提供することを目的とする。 [0006]

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた め、本発明に係るタービン用ロータの製造方法は、その 一態様として、髙温用ロータ材に肉盛溶接を施して中間 材を設けるステップと、この中間材と高温用ロータ材に 高温熱処理を施すステップと、上記中間材に低温用ロー タ材を溶接して接合するステップと、これらの高温用ロ ータ材及び低温用ロータ材の全体に低温熱処理を施すス テップとを含んでいる。上記タービンは、例えば蒸気タ ービンやガスタービン等の種々のタービンが含まれる。 高温用ロータ材は、566℃以上の高温領域において も、その髙温強度が維持できるロータ材であり、例え は、12%Cr鋼などを好適に用いることができる。ま た、低温用ロータ材は、566°C未満の中・低温領域に おいて、強度上の問題なく用いることが可能な低合金 鋼、例えば2・1/4CrMoV鋼や3.5NiCrM oV鋼を好適に用いるととができる。中間材は、高温用 ロータ材に溶接した肉盛溶接部であり、例えば、9%C r鋼を好適に用いることができる。高温熱処理は、中間 材を肉盛溶接したあとの溶接後熱処理であり、例えば、 660~670°Cの温度で30~40時間保持する処理 である。との高温熱処理は高温用ロータに適した溶接後 処理であり、熱影響部の硬さを軟化させることができ

る。また、低温熱処理は、中間材に低温用ロータを溶接

したあとの溶接後熱処理であり、例えば、620~63

3

低温熱処理は、低合金鋼に適した溶接後処理であり、脱 炭層を生じることなく、母材、継手とも適正強度、靱性 を確保することができる。

【0007】本発明に係るタービン用ロータの製造方法の別の態様は、上記高温用ロータ材、低温用ロータ材及び中間材のそれぞれがパナジウムを含み、且つ、該中間材のパナジウム含有量が0.1~0.3 w t %である方法を用いるととができる。通常、C r 含有量の異なる複数の母材同士を溶接によって接合したのち、これらの母材と溶接部に溶接後熱処理を施すと、溶接部と母材との10境界近傍で、C r 量が少ない母材側からC r 量の多い母材側にCが移動するため、C r 量が少ない母材側に脱炭層が形成され、溶接継手の強度が低下することがある。しかし、本発明に係る中間材には0.1~0.3%のVを添加しており、V はCとの結合力がC r より強いことから、上記高温熱処理を行っても、母材側に脱炭層が生じることはない。

【0008】本発明に係るタービン用ロータの製造方法の更に別の態様は、上記高温用ロータ材として12%C r鋼を、上記中間材として9%C r鋼の溶加材からなる 20 内盛溶接部を、上記低温用ロータ材として2・1/4C rMoV低合金鋼又は3.5C rMoV低合金鋼を用いることができる。本発明に係るタービン用ロータは、上記の態様で説明した方法によって製造した異鋼種溶接ロータである。つまり、高温用ロータ材と、該高温用ロータ材に溶接した内盛溶接部と、該内盛溶接部に溶接して接合した低温用ロータ材とを備えている。上記ロータによれば、タービン内の温度分布に対して、最適な寸法、最適な鋼種(3種類以内)からなる部材を溶接結合する。ことで、コスト面からも合理化が図れる。なお、本発明 30 に係るタービンは、上記異鋼種溶接ロータを構成部材として備えている。

## [0009]

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係るタービン用 ロータ及びその製造方法について、図面を用いて詳細に 説明する。

構成されている。なお、図1に示した溶接維手部4についても、とれらと同様の断面構造をなしている。

【0010】次いで、第1の実施の形態に係る蒸気タービン用ロータの製造方法について、図3を用いて詳細に説明する。

#### ステップ1 (母材の熱調質)

まず、第1の実施の形態に係る蒸気タービン用ロータ1を構成する母材を熱処理する。この母材は、高温域で用いる12%Cr鋼部材2、及び中・低温域で用いる低合金鋼部材である2・1/4CrMoV鋼部材6又は3.5NiCrMoV鋼部材7である。これらの母材に焼入れと焼戻しによる熱処理を施し、所定の強度と靭性を確保する。

### ステップ2 (9%Cr鋼溶加材の肉盛溶接)

次いで、高温の溶接後熱処理が必要な母材である12% Cr鋼部材2に、表3に示す仕様範囲の成分を有する9% Cr鋼溶加材を肉盛溶接する。この9% Cr鋼溶加材には、0.1~0.3 wt%のVが含有されており、また肉盛溶接部12が適当な厚さになるまで複数回にわたり重ねて溶接することが好ましい。

### 【0011】ステップ3(髙温熱処理)

その後、660~670℃の温度範囲で30~40Hに 保持する溶接後熱処理を施す。この溶接後熱処理によ り、12%Cr鋼部材2の熱影響部の硬さをHv330 以下に軟化させることができる。通常、CF量の異なる 複数の母材同士を溶接によって接合したのち、これらの 母材と溶接部に溶接後熱処理を施した場合には、溶接部 と母材との境界近傍で、Cr量が少ない母材側からCr 量の多い母材側にCが移動するため、Cr量が少ない母 材側に脱炭層が形成され、溶接継手部の強度が低下する ことがある。しかし、第1の実施の形態に用いる9%C r 鋼溶加材には0. 1~0.3%のVを添加しており、 VはCとの結合力がCrより強いことから、表3の仕様 範囲の化学成分を有する9%Cr鋼溶加材を12%Cr 鋼部材2に肉盛溶接し、660~670℃×30~40 Hの溶接後熱処理を行っても、母材側に脱炭層が生じる ことはない。

## ステップ4(開先加工)

そして、12%Cr鋼部材2に溶接した9%Cr鋼溶加材の肉盛溶接部12に慣用の手段、例えば切削加工等によって開先10を加工する。

## 【0012】ステップ5(低合金鋼部材の接合)

次いで、低合金鋼部材6の端部にも開先14を加工し、 該低合金鋼部材6の開先14と上記9%Cr鋼溶加材の 内盛溶接部12の開先10とを突合せ、これらの開先同 士の間に形成される空隙に、0.1~0.3 wt%のV を含有する2・1/4CrMoV溶加材を用いてアーク 溶接をし、溶接継手16を形成する。この2・1/4C rMoV溶加材の成分は、表3の仕様範囲に示すものが

6

## ステップ6(低温熱処理)

30~40Hの温度範囲で均一に加熱する溶接後熱処理を施す。この熱処理によって、低合金鋼部材6の強度を低下しない範囲で熱影響部を軟化することができる。 [0013] [第2の実施の形態]次いで、第2の実施の形態では、ガスタービン用異鋼種溶接ロータについて説明する。図4は、第2の実施の形態に係るガスタービン用異鋼種溶接ロータ30の断面図である。図の左側に配設された複数のリング材32は12%C r 鋼であり、各々のリング材32は互いに供材溶接部33により結合されている。ことで、供材溶接とは、接合する母材同士の材質がお互いにほぼ同等である母材に施す溶接をいう。また、右側の複数のリング材35は低合金鋼であり、これらも供材溶接部36により結合されている。そして、低合金鋼部40と12%C r 鋼41とを、上記第1の実施の形態において説明した接合方法と同じ手順で

最後に、異鋼種溶接ロータ全体 1 を 6 2 0 ~ 6 3 0 ℃×

【0014】上記構成を有する第2の実施の形態に係る 20 ガスタービン用ロータ30によれば、それぞれのリング

結合させており、この溶接継手部43によって各リング

材40、41はより強固に結合している。

材32,35同士の結合強度が大幅に向上するため、大型機のロータを製造することが可能になり、またロータの信頼性が大幅に向上する。なお、本発明は、上述した技術思想に基づいて種々の変形が可能であり、例えば、9%Cr 鍋肉盛溶接部12に形成した開先10、及び低合金鋼6の開先14は、図2に示す形状に限定されず、その下部の形状を図6のように凹凸46に形成し、これらの凹凸46を互いに係合させても良い。

[0015]

【実施例】次に、実施例によって、本発明の内容を更に明確にする。本実施例においては、図3に示すように、第1の実施の形態において説明した製造方法のステップに従って異鋼種ロータを作製し、溶接部及びその近傍部の金属組織と機械的性質を検証した。まず、12%Cr鋼部材2、及び2・1/4CrMoV鋼部材6又は3.5NiCrMoV鋼部材7に焼入れと焼戻しによる熱処理を施し、所定の強度と靭性を確保した。これらの母材2,6,7の化学成分は表1に示すとおりであり、母材の熱処理条件は表2に示すとおりである。

0 【表1】

7

実施倒1に用いた母村の化学成分(wt%)

		O	ŝ	Σ	۵	S	Ž	ပဲ	Š	>	z
12%Cr#	仕権範囲	0.07	≤0.15	≤1.50	≥0.030	≤0.15 ≤1.50 ≤0.030 ≤0.030 ≤2.50	≤2.50	8.80	0.50	0.05	80.0≥
		- 0.20						- 12.50	- 2.00	- 0.25	
	実施例	0. 15	0.05	09 '0	0.004	0. 15 0. 05 0. 60 0. 004 0. 001 0. 63 10. 45 1. 50 0. 16 0. 05	0. 63	10.45	1.50	0.16	0.05
2-1/4CrMoV量	什 権 領 囲	0.15	≤0.25	≤1.50	≤0.25 ≤1.50 ≤0.030	≤0.030	<b>≤</b> 1.8	1.00	0.80	0.05	1
		- 0.35						- 2.50	- 1.50	- 0.30	
	実施例	0. 24	0.03	0.77	0.006	0. 24   0. 03   0. 77   0. 006   0. 001   0. 82   2. 21   1. 12   0. 22	0.82	2. 21	1. 12	0. 22	ı
3. 5NiCrMoV	什樣範囲	≥0.36	≤0.15	≤1.00	≤0.15 ≤1.00 ≤0.030	≥0.030	2.50	0.20	0.30	0.05	,
•							- 4.00	- 2.50	- 1.00	÷ 0.25	
	州語金	0.26	0.07	0.34	0.003	0. 26 0. 07 0. 34 0. 003 0. 001 3. 66	3.66	1. 78 0. 39 0. 09	0.39	0.09	,

## 実施例1に用いた受入れ状態の母材の熱処理条件

	焼入温度(℃)	焼戻温度(℃)
12%Cr鋼	1070	675
2·1/40rMoV類	900	630
3. 5NiCrMoV個	840	620

次いで、12%Cr 鋼部材2に、表3に示す分析値の成分を有する9%Cr 鋼溶加材を肉盛溶接した。この9%Cr 鋼溶加材には、0. 18wt%のVが含有されてお\*

\*り、また肉盛溶接部12が適当な厚さになるまで複数回<sub>。</sub> にわたり重ねて溶接した。

【表3】

実施例1に用いた溶加材の化学成分 (wt%)

	_		C:	1.0	Р	s	NI	C <sub>r</sub>	Mo	V	Cu
		_ c	Si	Mn						•	
9%Cr	仕様	<b>≦</b> 0. 10 i	≦0. 30	≦1. 20	≤	≦	<b>≤</b> 1.00	8. 00	0. 60	0. 10	<b>≦</b> 0. 10
肉盛溶接	<b>(C)</b>				0. 005	0. 005	1	~	~	~	
溶加材								9. 50	1. 00	0. 30	
	分析	0. 08	0, 15	1. 02	0. 001	0.004	0.71	9. 96	0. 87	0. 18	0. 02
	住										
2.1/4	仕様	0. 12	≦0. 30	≦1.00	≤	≤	≦1. 00	2.00	0. 60	0. 10	-
CrMoV <b>∰</b>	範囲	~		l	0. 005	0. 005		~	~	~	
溶加材		0. 16		1				2. 75	2. 00	0, 30	
	分析	0. 14	0. 25	Q. BO	0. 002	0.001	0. 58	2. 40	1. 25	0. 25	-
	4	1		1			ŀ		1		

【0016】その後、660~670℃の温度範囲で3 OHの溶接後熱処理(高温処理)を施した。この溶接後 熱処理により、12%Cr鋼部材2の熱影響部の硬さを Hv330以下に軟化させることができた。上記9%C r 鋼溶加材には0. 18%のVを添加しているため、9 %Cr鋼溶加材を12%Cr鋼部材2に肉盛溶接し、6 60~670℃×30Hの溶接後熱処理を行っても、母 材側に脱炭層が生じることはなかった。そして、12% Cr鋼部材2に溶接した9%Cr鋼溶加材の肉盛溶接部 12に切削加工によって開先10を加工した。次いで、 低合金鋼部材6,7の端部にも開先14を加工し、該低 合金鋼部材6,7の開先14,14と上記9%Cr鋼溶 加材の肉盛溶接部12の開先10とを突合せ、これらの 開先同士の間に形成される空隙に2·1/4CrMoV 溶加材を用いてアーク溶接をし、溶接継手16を形成し た。この2・1/4CrMoV溶加材の成分は、表3の 分析値に示したものである。

【0017】最後に、異鋼種溶接ロータ全体1を620 ~630℃×30Hの温度範囲で均一に加熱する溶接後 熱処理(低温熱処理)を施した。この熱処理によって、

低合金鋼部材6.7の強度を低下しない範囲で熱影響部 を軟化することができた。上記実施例によれば、2・1 /4CrMoV鋼溶加材にもVを含有しているため、9 %Cr鋼肉盛溶接部12との境界部で、脱炭層を生じる ことはなかった。また、低合金鋼母材6.7にもVが添 加されており、低合金鋼6,7側の溶接境界部でも脱炭 層を生じることはなかった。なお、ロータは回転体であ り、溶接欠陥は許容されないため、溶接方法は、9%C r銅の肉盛溶接及び2・1/4CrMoV銅溶加材によ る溶接ともにティグ溶接法を用い、超音波探傷試験法に より、溶接欠陥のないことを確認した。溶接部の硬さ分 布は図5に示すとおりであり、図5 (a) に示した部位 の硬度を測定し、図5(b)のグラフに記入した。この グラフによって、最高硬さはHv330以下であること を確認した。また、衝撃特性も表4に示すとおり、母材 規格値を十分満足する結果を得た。継手引張強度も、表 5に示すとおり、異鋼種溶接ロータに必要な強度レベル を満足した。また、12Cr鋼部材及び低合金部材の強 度、衝撃特性はそれぞれの母材規格値を十分満足した。 40 【表4】



### 実施例1における溶接及び溶接後熱処理完了後の

## 母材及び溶接部の衝撃特性

		室温における吸収エ	50%破面遷移温度
		ネルギー	(℃)
	<u> </u>	. (J)	
12%Crff	仕様値	≧20	<b>≦</b> 80
	母材	120	0
	熱影響部	225	-28
2-1/4CrMoV個	仕様値	≧20	<b>≤</b> 80
	母材	215	<b>-75</b>
	熱影響部	180	-120
3. 5NiCrMoVi	仕樣値	≥50	≦−1. 1
	母材	220	-100
	熱影響部	250	-150
9%Cr個內盛溶接金属	仕様値	≥20	<b>≦</b> 80
-	実測値	250	-60
2-1/4CrMoV鋼	仕様値	≥20	≦80
溶接金属	突測值	235	-80

## 【表5】

# 実施例1における溶接及び溶接後熱処理完了後の母材及び溶接機手の引張特性

			0. 2%	引張強さ	伸び	絞り
			(N/mm²)	(N/mm²)	(%)	(%)
<b>#</b>	12%Cr	仕様値	≩680	≥850	≥16	≩45
##		実測値	770	910	18	61
	2-1/4CrMoV偏	仕様値	≥700	≥750	≧15	≥40
		実測値	730	854	20	73
	3. 5NiCrMoV鋼	仕様値	≥700	≥750	≩15	≥40
		実測値	720	822	17	77
溶	12%Cr	仕様値	≥600	≥740	1	_
擅	+ 2·1/4CrMoV鋼	実測値	650	779		
縺	12%Cr何	仕様値	≥600	≥740	-	
手	+ 3. 5NiCrMoV#	実測値	674	817		

## [0018]

【発明の効果】本発明に係る異鋼種溶接ロータは、12 %Cr鋼部材、低合金鋼部材ともに、十分な特性を確保 しており、溶接部も健全で実用が可能である。また、異 鋼種溶接ロータは溶接による接合を採用しているため、 タービン車室内の温度分布に応じて部材長さの調節が可 能であり、不必要に高価な12%Cr鋼を用いることが ないため、コスト面からも極めて合理的なロータであ る。また、熱応力低減にはロータの中心部に空洞を設け ることが効果的であるが、異鋼種溶接ロータでは容易に この空洞を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る蒸気タービン用ロータ の断面図である。

【図2】図1の溶接継手部の拡大断面図である。

【図3】第1の実施の形態に係る蒸気タービン用ロータ の製造方法の製作手順を示す説明図である。

【図4】第2の実施の形態に係るガスターピン用ロータ 50 12 9%Cr鋼肉盛溶接部

の断面図である。

【図5】本図のうち、(a)は実施例1で作製した溶接 継手部の断面図であり、(b)は(a)の溶接継手部の 部位別の硬さを示すグラフである。

【図6】本発明の変形例に係る開先形状を示す拡大断面 図である。

【図7】従来の一体型の蒸気タービン用ロータの断面図 40 である。

【図8】従来のボルト結合によるガスタービン用ロータ の断面図である。

【符号の説明】

- 1 蒸気タービン用ロータ
- 2 12%Cr鋼部材
- 3, 4, 43 溶接継手部
- 6 2·1/4CrMoV鋼低合金鋼部材
- 7 3.5NiCrMoV鋼低合金鋼部材
- 10,14 開先



特開2001-123801

14

13

16 溶接継手

30 ガスタービン用ロータ

32、35 リング材

33,36 供材溶接部

\*40 低合金鋼

41 12%Cr鋼

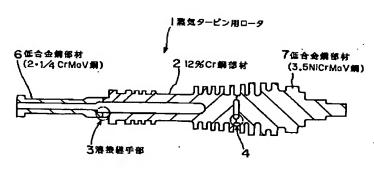
46 凹凸形状の開先

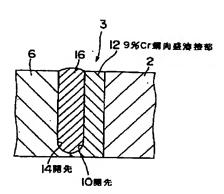
\*

(8)

【図1】

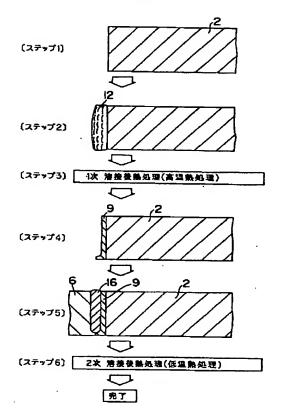
(図2)

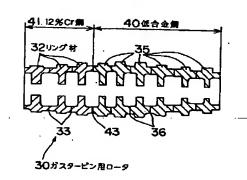




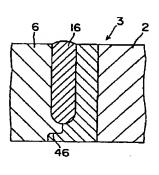
【図3】

【図4】



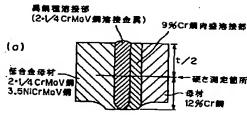


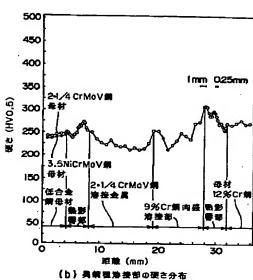
【図6】



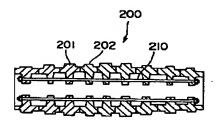
【図5】







[図8]



フロントページの続き

(72)発明者 城 克英

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内 (72)発明者 馬越 龍太郎

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72)発明者 小西 哲

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

Fターム(参考) 3C002 AA08 AA11 AA13 AB00

100